

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник

(підпис)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

6.050503 Машинобудування

(код і назва)

на тему: головка універсальна розточна _____

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи **МІ-51**

(шифр групи)

Родина Богдан Романович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник **Мініцька Наталія Валентинівна** _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

| № з/п | Формат | Позначення | Найменування | Кількість листів | Примітка |
|-------|--------|--------------------|------------------------------|------------------|----------|
| 1 | A4 | | Завдання на дипломний проект | 2 | |
| 2 | A4 | ДП ХХХХ. 00.000 ПЗ | Пояснювальна записка | 49 | |
| 3 | A1 | ДП ХХХХ. 01.000 ТК | | 1 | |
| 4 | A1 | ДП ХХХХ. 02.000 ТК | | 1 | |
| 5 | A1 | ДП ХХХХ. 03.000 ТК | | 1 | |
| 6 | A1 | ДП ХХХХ. 04.000 ТК | | 1 | |
| 7 | A1 | ДП ХХХХ. 05.000 ТК | | 1 | |
| 8 | A1 | ДП ХХХХ. 06.000 ТК | | 1 | |
| 9 | A1 | ДП ХХХХ. 07.000 ТК | | 1 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------|---------------|-------|------|---------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | | | | ДП ХХХХ 00.000.00 | | |
| | ПІБ | Підп. | Дата | | | |
| Розробн. | Родина Б.Р. | | | Відомість дипломного проекту | Лист | Листів |
| Керівн. | Мініцька Н.В. | | | | 1 | 1 |
| Консульт. | | | | | НТУУ «КПІ» Каф. ІТМ Гр. МІ-51 | |
| Н/контр. | | | | | | |
| Зав.каф. | | | | | | |

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: головка універсальна розточна _____

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050503 Машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

(підпис)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Родина Богдан Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту головка універсальна розточна _____

керівник проекту доцент Мініцька Н.В. _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту до 30.05.2019 _____

3. Вихідні дані до проекту матеріал деталі – Сталь 40Х; Верстат –
токарно-карусельний _____

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкції елементів розточної
головки. Розробка конструкції інструменту. Розробка технологічного
процесу виготовлення інструменту. Розробка пристосування для обробки
паза для змінних пластин. _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз. Робоче креслення головки та 3D модель. Графічне зображення технологічного процесу. Пристосування для обробки паза під змінні твердосплавні пластини ____

6. Консультанти розділів проекту*

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 06.03.2019_____

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання дипломного проекту | Термін виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|---|---------------------------------|----------|
| 1 | Аналіз конструкції розточної головки | 18.03.2019 | |
| | Проект розточної головки | 11.04.2019 | |
| | Розробка технологічного процесу виготовлення інструменту | 25.04.2019 | |
| | Розробка пристосування для обробки паза для змінних пластин | 16.05.2019 | |
| | Оформлення пояснювальної записки | 29.05.2019 | |
| | Представлення проекту до захисту | 07.06.2019 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

(підпис)

Б.Р. Родина

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Н.В. Мініцька

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

«Затверджую»

_____ В.А.Пасічник

«__»_____20__р.

| ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ | |
|------------------------------|--|
| Тема проекту | Головка універсальна розточна |
| Зміст проекту | Аналіз конструктивних елементів розточної головки. Розробка конструкції інструменту. Розробка технології виготовлення. Розробка пристосування для обробки пазу. |
| Технічні умови до проекту | <ol style="list-style-type: none">1. Матеріал деталі – Сталь 40Х2. Верстат – токарно-карусельний |
| Особливі вимоги | |
| ЛИСТ | ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ |
| СП | Аналіз конструктивних елементів розточної головки |
| ОП | Робоче креслення інструменту |

| | |
|---|--|
| ТС | Графічне зображення технологічного процесу |
| КС | Пристосування для обробки паза для твердосплавної пластини |
| СП | Аналіз напружень інструменту |
| НУ | |
| Студент __Родина Б.Р.____ дата «__06__»__березня____2019_р. Викладач __Мініцька Н.В.____ дата «__06__» __березня__2019_р. | |

АНОТАЦІЯ

Мета поставлена для виконання дипломного проектування – розробка головки розточної для обробки залізничних коліс з легованої сталі. Зробивши аналіз конструктивних особливостей розточних головок, методів обробки розточуванням, застосовуваних у сучасній промисловості матеріалів була обрана найоптимальніша конструкція, із характеристиками, що найбільше відповідають до поставленої мети.

У ході проектування була розроблена конструкція розточної головки та змодельовано сам інструмент за допомогою CAD програми Inventor. Були визначені припуски на обробку. Розроблена технологія виготовлення інструменту, а також оригінальне пристосування для фрезерування паза для змінного різального елемента.

Ключові слова: розточна головка, розточування, змінні твердосплавні пластини.

SUMMARY

The main goal of the bachelor's diploma project is design of multipurpose boring head for the processing of alloy wheels made of steel. Having made an analysis of the design features of the boring heads, the methods of boring, used in the modern materials industry, the most optimal design was chosen, with the characteristics that are most relevant to the goal.

The design of the boring head was developed and the tool itself was modeled using the Inventor CAD program. Approaches to processing were determined. The technology of manufacturing the tool is developed, as well as the original device for milling the groove for the alternating cutting element.

Key words: boring head, boring, varietal carbide plates.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП.МІ-51.12.000.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 1 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Зміст

Вступ

1. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА АНАЛІЗ РОЗТОЧНИХ ГОЛОВОК

- 1.1 Аналіз конструкції розточних головок
- 1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту

2. ОБ'ЄКТ ПРОЕКТУВАННЯ

- 2.1 Конструкція інструменту
- 2.2 Принцип роботи
- 2.3 Матеріал об'єкту проектування
- 2.4 Геометричні параметри
- 2.5 Режим роботи та зусилля, що діють на інструмент

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ІНСТРУМЕНТУ

- 3.1 Етап вибору заготовки
- 3.2 Базовий (технологічний) маршрут виготовлення
- 3.3 Таблиця технологічного процесу
- 3.4 Розрахунок операційних припусків
- 3.5 Визначення сил різання

4 . КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 4.1 Принцип роботи і конструкція пристосування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

Машинобудування – одна з найпоширеніших галузей промисловості, як в Україні, так і в усьому сучасному світі. Хоча в останні роки досить широкого розвитку набуло виробництво деталей за допомогою матеріалоефективних 3D технологій, основну частину досі займає формоутворення та обробка різанням.

Обробка різанням відбувається при наявності трьох факторів: наявності заготовки, різального інструменту, та зняття матеріалу заготовки різальним інструментом, із утворенням стружки, та відповідно нових поверхонь – деталі.

Сучасне виробництво розвивається ефективним шляхом, тобто за рахунок підвищення ефективності його складових. Одною з таких складових є різальний інструмент. Важливим фактором збільшення продуктивності є саме якість різального інструменту, яка значною мірою залежить від технології виготовлення. Відступність якості при виготовленні значно знижує довговічність, негативно впливає на якість оброблених деталей, призводить до зниження ресурсу верстатів. Усі перелічені фактори призводять до зниження продуктивності виробництва.

Одною з найбільш розповсюджених операцій є операція свердління. За допомогою свердління отримують отвори необхідних діаметрів. У великих та складних деталях часто зустрічається достатньо велика кількість отворів, проте не всі з них потребують високої якості поверхні. Для фінішної обробки отворів застосовують різні операції, такі як зенкерування, розгортання, та, зокрема, розточування.

Розточування є специфічною операцією. Для здійснення операції розточування необхідне створення специфічного інструменту та устаткування. Саме таким інструментом є розточувальні різці та

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

розточувальні головки. У багатьох виробників існує велика кількість типів та видів саме розточувальних головок. Особливого розповсюдження набули головки із застосуванням змінних пластин із твердих сплавів; подібні конструкції дозволяють значно підвищити продуктивність роботи, а також дозволяють розробити велику кількість специфічних форм інструменту для поставлених задач.

1. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ ТА АНАЛІЗ РОЗТОЧНИХ ГОЛОВОК

1.1 Аналіз конструкції розточних головок

У сучасній промисловості досить важливою є задача утворення й подальшої поверхонь обробки отворів. Поверхні отворів, утворені за допомогою свердлення частіше за все є чорновими і потребують подальшої чистової обробки. Саме розточні головки використовують задля обробки та досягнення необхідної якості поверхонь отворів.

На наш час існує велика кількість конструкцій та конфігурацій розточних головок, що використовуються для виконання найрізноманітніших задач, у різних умовах обробки. Найбільш масовим є використання розточних головок на верстатах із *числовим програмним керуванням (ЧПК)*, а також на універсальних обробних центрах. Сучасна концепція утворення інструменту для розточування полягає у підвищенні його ефективності шляхом збільшення довговічності, підвищення працездатності. Досягаються поставлені задачі в основному за допомогою використання змінних різальних елементів. У свою чергу легка та швидка замінюваність елементів дозволяє достатньо гнучко підходити до процесу обробки, тобто ефективно підбирати змінні різальні елементи потрібних параметрів, таких як матеріал різальної частини, кути різання, наявність елементів зламу стружки, і, одним з найважливіших факторів є швидка зміна зношених, або відпрацьованих елементів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Існуючі види конструкцій інструменту із використанням твердого сплаву, як і взагалі різального інструменту поділяють на дві категорії:

- 1) Монолітний інструмент.
- 2) Збірний інструмент.

Саме розточні головки відносяться до категорії збірного інструменту. Далі можна виділити наступні типи головок:

- Головки із ручним установленням різальних елементів
- Головки з автоматичною подачею різальних елементів

Головки із ручним встановленням різальних елементів є найбільш уживаними, так як мають відмінні експлуатаційні та технічні характеристики. При ручному установленні забезпечується вища надійність конструкції, завдяки більшій жорсткості утвореної конфігурації. Такий тип головок виготовляють із високоміцної сталі, що в свою чергу проходить попередню термічну обробку. Інструмент описаної конструкції встановлюється у патрон із використанням жорсткого, позбавленого додаткових вузлів, з'єднання. Саме встановлення інструменту має велике значення, адже надійне закріплення запобігає утворенню руйнівних вібрацій, та дозволяє підвищити якість оброблюваної поверхні. Такий інструмент працює достатньо довгий час без переустановлення, що є прямим показником ефективності, а саме економії часу.

Головки з автоматичною подачею оснащені механізмами подачі автоматичного типу, що надає можливість ступінчатої обробки, виконання обробки зі складною конфігурацією закритих порожнин у формі поверхонь обертання, таких, як, наприклад, канавок під пристрої ущільнення в механізмах пневматичного ті гідравлічного типів. На відміну від головок із ручною подачею, має додаткові технологічні можливості, що забезпечуються

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

механізмом переміщення різця в радіальному напрямі на встановлену відстань за кожен оберт шпинделя верстату.

Іншими одиницями в класифікації розточних головок є такі типи конструкції:

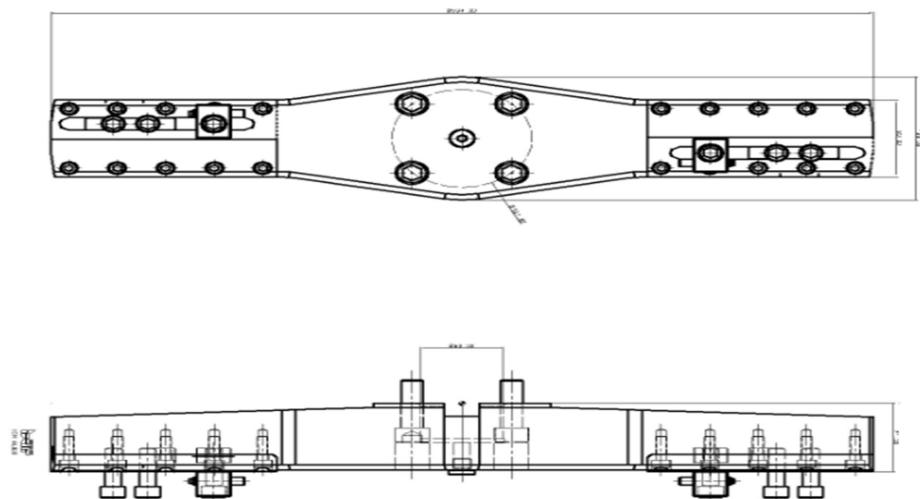
- Роз'ємні
- Цільні

Розглянемо більш детально наведені типи конструкцій:

Роз'ємні головки у своїй конструкції включають елементи встановлення різців. Різців може бути встановлено два – для більш точної обробки, так як при подібному розташуванні різальних елементів процес обробки є більш збалансованим, що пояснюється зниженим рівнем вібрацій.

Нижче можна побачити приклади існуючих конструкцій роз'ємних розточних головок провідних виробників:

- розточна головка, із можливістю встановлення двох різців від виробника ISCAR, а саме модель TCH AL600.



а)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



б)

Рис. 1 – Роз’ємна розточна головка ISCAR TCH AL600:

а) Креслення інструменту

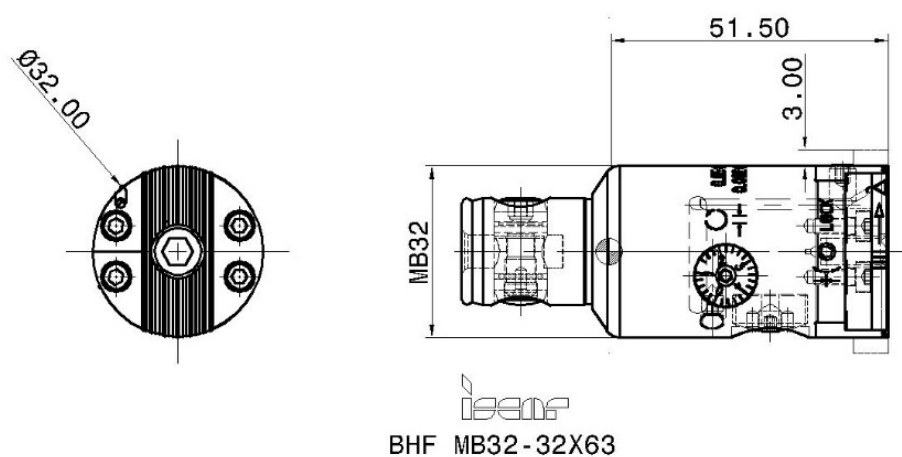
б) 3D модель

Розточна головка TCH AL500 використовується для розточування отворів великих діаметрів. У наведеній конструкції особливістю є можливість одночасного закріплення двох різців, що дозволяє з достатньо високою точністю обробити отвір великого діаметру. Одною з ключових переваг є можливість встановлення інструменту на потрібний діаметр без додаткової його переустанови.

Існує можливість закріплення кількості різців, що у свою чергу є ефективним використанням ресурсу різального інструменту, адже заготовку одночасно обробляє більша кількість різальних кромок, і навантаження розподіляється рівномірно між більшою площею взаємодії. Така конфігурація дозволяє використовувати більш жорсткі режими різання, проте має недолік у вигляді підвищеної вібрації.

- роз’ємна розточна головка для встановлення одного різця ISCAR BHF MB32-32X63, із можливістю регулювання вільоту – тобто натсруювання на відповідний діаметр отвору.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



а)



б)

Рис. 1.2 – Роз'ємна рохточна головка ISCAR BHF MB32-32X63:

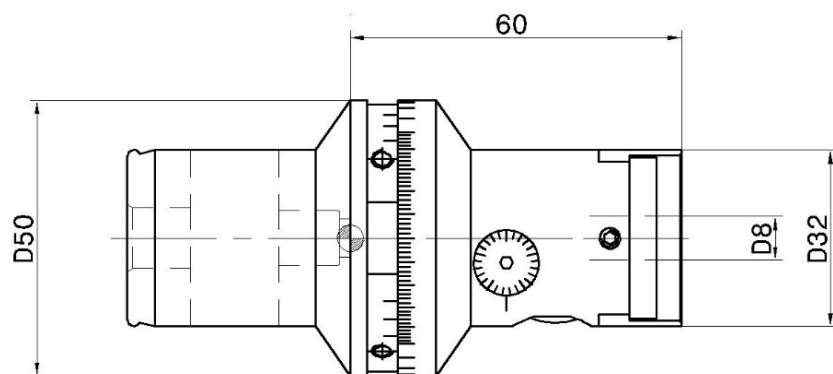
а) Креслення інструменту

б) 3D модель

Представлена модель інструменту використовується для напівчистового та чистового оброблення отворів, адже завдяки таким елементам як ріфлення на посадковій поверхні та жорсткому механічному закріпленню має велику жорсткість конструкції. Також у будові присутній механізм мікрометричної подачі інструменту на потрібний діаметр. Така особливість будови дозволяє досягти досить точних розмірів при оптимальних режимах різання.

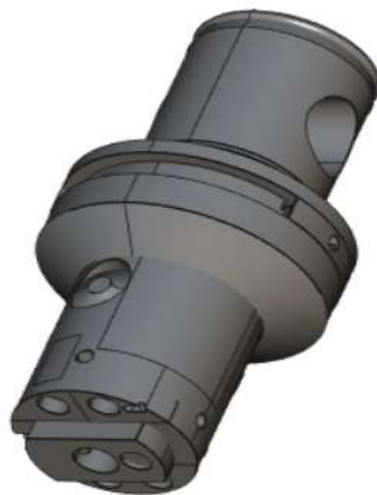
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- роз'ємна розточна головка із осьовим напрямком встановлення різця та модульним механізмом кріплення ISCAR BHF MB-BL.
Використовується для обробки з високою швидкістю різання.



ISCAR
BHF MB50-32X60 BL

а)



б)

Рис. 1.3 – Роз'ємна розточна головка ISCAR BHF MB-BL:

а) Креслення інструменту

б) 3D модель

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Дана конструкція включає у себе механізм балансування, що значно зменшує вібрації і таким чином робить обробку більш стабільною. Особливістю є можливість встановлення ріжучої розташованої в осьовому напрямку. Подібна конструкція може використовуватись не тільки на вертикально-фрезерних, та розточувальних верстатах, а ще й на токарно-карусельних верстатах із декількома револьверними головками. Добре ілюструє наведені можливості обробка на верстаті TOSHIBA VTC-3200.



Рис. 1.4 – Токарно-карусельний верстат TOSHIBA VTC-3200

На даному типі верстатів обробляють великі за габаритами заготовки. Конструкція верстату розроблена таким чином, що інструмент рухається за двома осями, тобто у вертикальній площині, а заготовка набуває обертального руху, за рахунок чого стає можливим операція точіння та розточування.

Останній наведений приклад розточної головки може бути використаний, як прохідний різець, при обробці на токарно-карусельному верстаті.

Серед розточних головок часто зустрічаються такі конструкції, що використовуються як для точіння, так і для розточування. Частіше за все це є цільні конструкції.

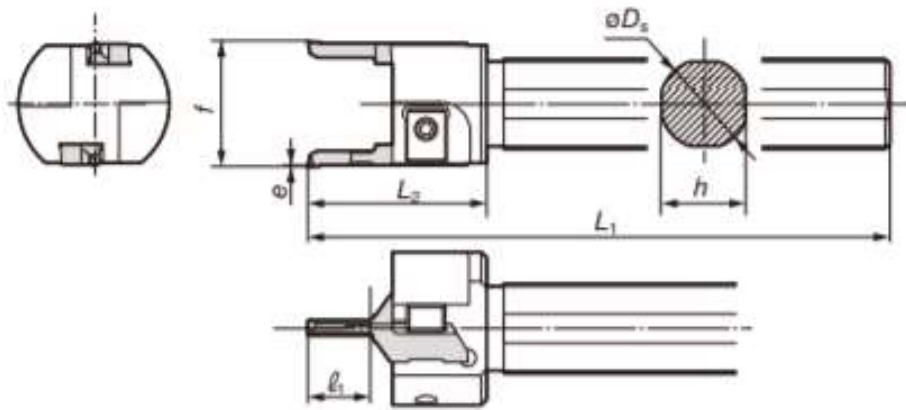
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Цільні конструкції розточних головок відрізняються тим, що мають цільнометалевий корпус із з'ємними різальними елементами.

Установлюються подібні різці за допомогою універсальних оправок, патронів та різноманітних за побудовою адаптерів. Сучасні розточні головки подібні за формою та конструкцією до різців, проте за рахунок наявності додаткових елементів мають більший функціонал.

Розглянемо конструкцію цільної розточної головки із змінними різальними елементами, що приводиться в обертальний рух на верстаті:

- цільна розточна головка із двома різальними елементами SumiSmall СКВВ type.



а)



б)

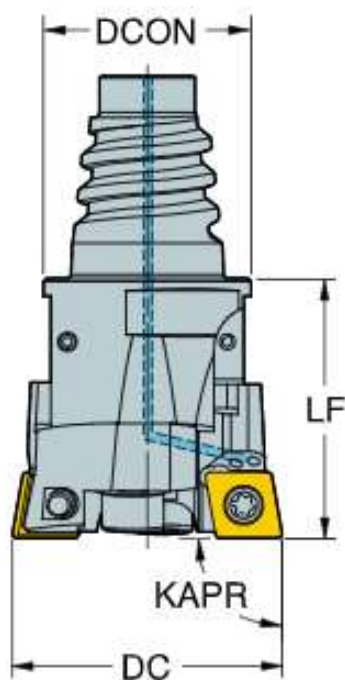
Рис. 1.5 – Цільна розточна головка SumiSmall СКВВ type:

а) Креслення

б) 3D модель

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- цільна розточна головка зі змінними різальними елементами SANDVIK CoroBore BR20.



а)



б)

Рис. 1.6 – Цільна розточна головка Sandvik CoroBore BR20:

а) Креслення

б) 3D модель

У наведених вище прикладах можна бачити конструкції, що дозволяють використовувати змінні твердосплавні пластини. Це значно підвищує

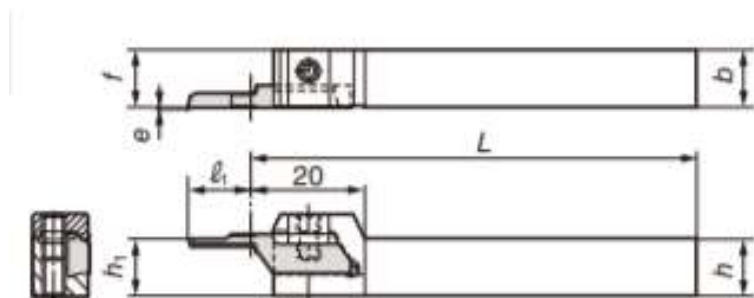
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ефективність використання інструменту, надає можливість підбору різних конфігурацій геометричних параметрів ріжучої частини, адже пластини можна підбирати під швидкозмінювані умови, та швидко перевстановлювати без зняття інструменту.

Наявність каналів підводу змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) дозволяє ефективно використовувати інструмент за рахунок своєчасного та місцевого підводу охолоджуючого середовища, що у свою чергу надає можливість роботи інструменту із підвищеними режимами різання.

Також розглянемо інший вид розточних головок, що приводяться у поступальний рух механізмами верстату, тобто обертальний рух надається заготовці:

- розточна головки SumiSmall CKB R.



а)



б)

Рис. 1.7 – Цільна розточна головка SumiSmall CKB R:

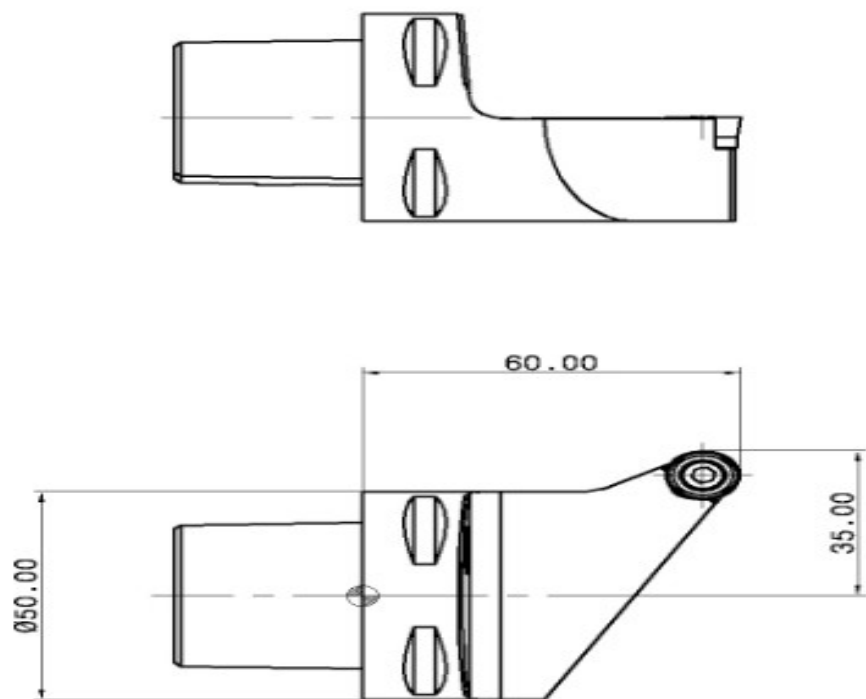
а) Креслення

б) 3D модель

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

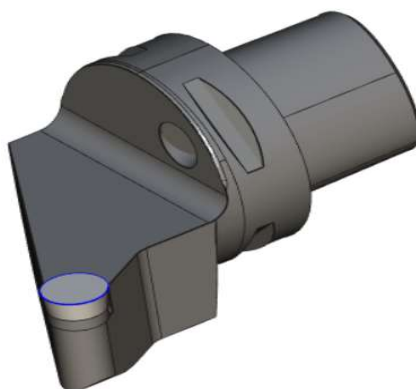
У прикладі SumiSmall можна бачити, що використовуються твердосплавні пластини із механічним кріпленням, за рахунок чого різальна частина набуває достатньої жорсткості, адже складові сил різання значним чином будуть компенсовані силами затиску, що створені різьбовим з'єднанням. Хвостова частина має квадратну форму, за рахунок чого можливе встановлення на площину, та затиск у револьверах верстатів. Недоліком такої конструкції є складність її вертикального закріплення; при обробці продукуювані сили різання будуть намагатися змістити інструмент, відповідно потрібно прикладати більші сили для затиску хвостовика, а це призводить до утворення напружень у всьому тілі інструменту, і може стати причиною його швидкого зносу, або зламу.

- розточна головка SANDVIK C#-SRGCR/L.



a)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | MI51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



б)

Рис. 1.8 – Цільна розточна головка SANDVIK C#-SRGCR/L:

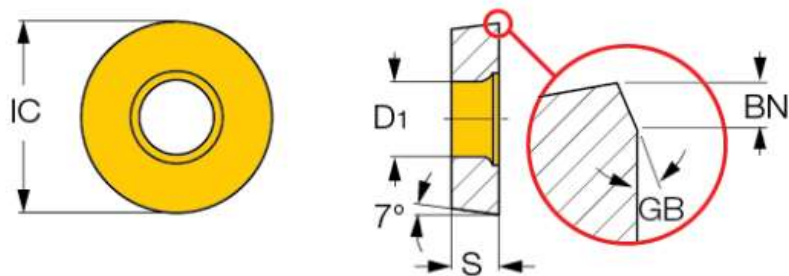
а) Креслення інструменту

б) 3D модель

Дана модель включає майже усі з раніше наведених особливостей будови, а саме: змінні різальні елементи – твердосплавні пластини, що встановлюються на підкладку (такі підкладки мають дуже високу якість шліфованої поверхні, що дозволяє точно та надійно встановити різальну пластину); канал підводу ЗОР у місце контакту інструменту з заготовкою; механічне кріплення різальної пластини, яка відтворюється завдяки використанню мікрометричного гвинта із зазначеною для відповідних режимів різання силою затиску. Новим елементом є хвостовик типу CAMFIX, що представляє призму із закругленими вершинами. Така новітня розробка є дуже ефективною, відносно застосовуваних до неї – за рахунок гладкої поверхні, тобто з відсутніми ребрами, поверхня контакту хвостовика повторює поверхню хвостовика, за рахунок чого похибка встановлення зводиться практично до нуля. Додатковими складовими, що надійно захищають від непотрібного прогортання, тобто сприймають крутні моменти, що з'являються під час різання, є опуклі поверхні, наближені до граней.

Змінні пластини, використовувані для наведеного вище прикладу – це твердосплавні пластини ISOTURN RCMT-14 круглої форми із заднім кутом 7° для напівчистої та фасонної чистої обробки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



а)



б)

Рис. 1.9 – Твердосплавна пластина ISOTURN RCMT-14:

а) Креслення

б) 3D модель

Пластина має задній кут, та радіальну різальну кромку, що дозволяє використовувати її досить тривалий час – якщо з одного боку вона зносилася, то пластину переустановлюють таким чином, щоб у процесі різання працювала не зношена частина. Додатково, радіальна форма різальної кромки забезпечує нижчий рівень навантаження, відносно кромки лінійної форми. На продуктивність видалення стружки у даній конструкції впливає наявність стружколомів – це підвищує ефективність її відводу з зони різання.

Матеріали пластин є твердими сплавами із нанесеним покриттям методами CVD – метод хімічного осадження речовин. Речовинами нанесення є TiN – який дозволяє легше визначити зношування, TiCN – який забезпечує стійкість пластини, Al_2O_3 – є термобар'єром, що захищає основне покриття.

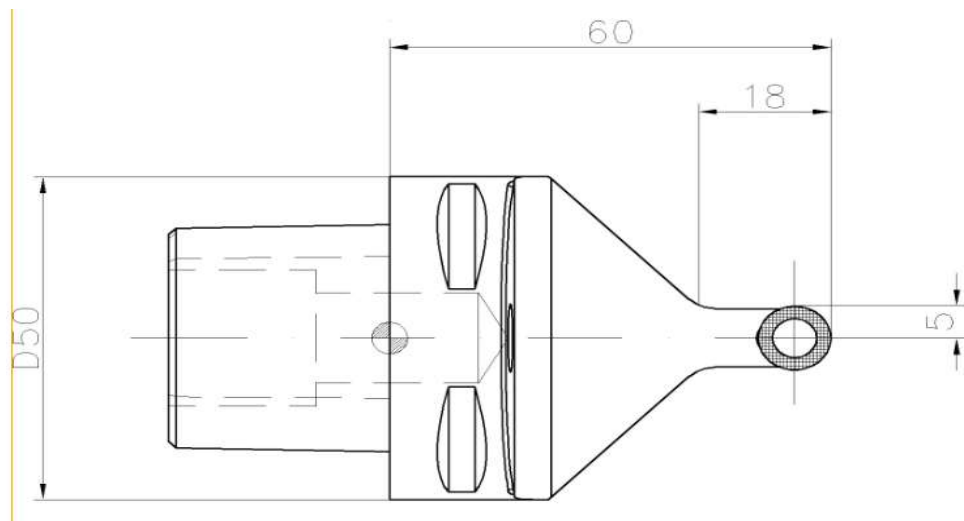
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Такий склад покриттів дозволяє якісно обробляти чавуни низького вмісту вуглецю, та конструкційні сталі – такі як Сталь 30, Сталь 35, Сталь 40.

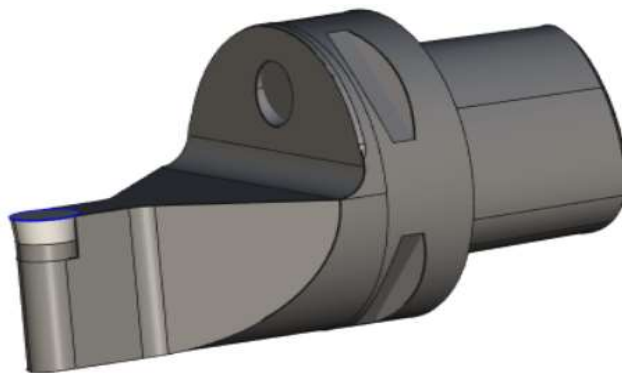
Затискається пластина механічним способом, за допомогою притискного гвинта. Крутний момент, який треба прикласти для затиску складає 3Nm.

Розглянемо ще один приклад конструкції, що є найбільш оптимізованою для використання на токарно-карусельному верстаті для оброблення великогабаритних заготовок (тіл обертання):

- розточна головка SANDVIK C#-SRDCN.



а)



б)

Рис. 1.10 – Цільна розточна головка SANDVIK C#-SRDCN:

а) Креслення

б) 3D модель

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Конструкція, зображена на рисунку 1.10 є оптимізованим варіантом розглянутих раніше конструкцій, а саме тому що має у своїй конструкції хвостовик типу CAMFIX, відповідно має переваги, описані для даного типу хвостовиків, різьбове з'єднання відповідно; канал підводу ЗОР безпосередньо в зону різання; та змінний різальний елемент розглянутого типу и форми, що є для даної конструкції оптимальним, адже дана форма головки дозволяє використовувати її для розточування як при подачі право, так і ліво напрамленій.

1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту

Інструмент вибираємо відповідно до умов, що оброблятиметься залізничне колесо, матеріалом якого є Сталь колесна із вмістом вуглецю 0.45 – 0.54 %. Залізничні колеса обробляються на токарно-карусельних верстатах, і основним видом обробки є точіння та розточування, саме для чого оптимальним буде використання інструменту SANDVIK C#-SRDCN. Дана головка має форму, що дозволяє обробляти складну фасонну поверхню колеса із достатньо великою загальною глибиною різання, тобто ріжуча пластина може ефективно обробити складну поверхню залізничного колеса. Відповідно до профілю колеса, пластина круглої форми дозволяє вести процес обробки зі зміною частини поверхні взаємодії різальної кромки та заготовки, що забезпечується кінематикою та маршрутами обробки; а точний підвід ЗОР при обробці з тими самими режимами різання підвищує стійкість інструменту на 67% та знижує утворення термічних тріщин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. ОБ'ЄКТ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Конструкція інструменту

Обраний інструмент є монолітною конструкцією – корпусом, із приєднаними елементами різання.

- корпус інструменту призначений для закріплення його у пристрої верстату, тобто жорсткого з'єднання з метою передачі необхідних кінематичних рухів до саме різального інструменту; утворення необхідної гідравлічної конструкції – канал підводу ЗОР виступає гідравлічною трубкою, якою рухається робоча рідина(ЗОР) та надає їй необхідний напрямок руху, що забезпечує точну подачу охолоджувальної рідини у місце контакту із заготовкою; і, саме для закріплення різального робочого елементу- твердосплавної пластини, яка є контактуючою частиною інструменту.

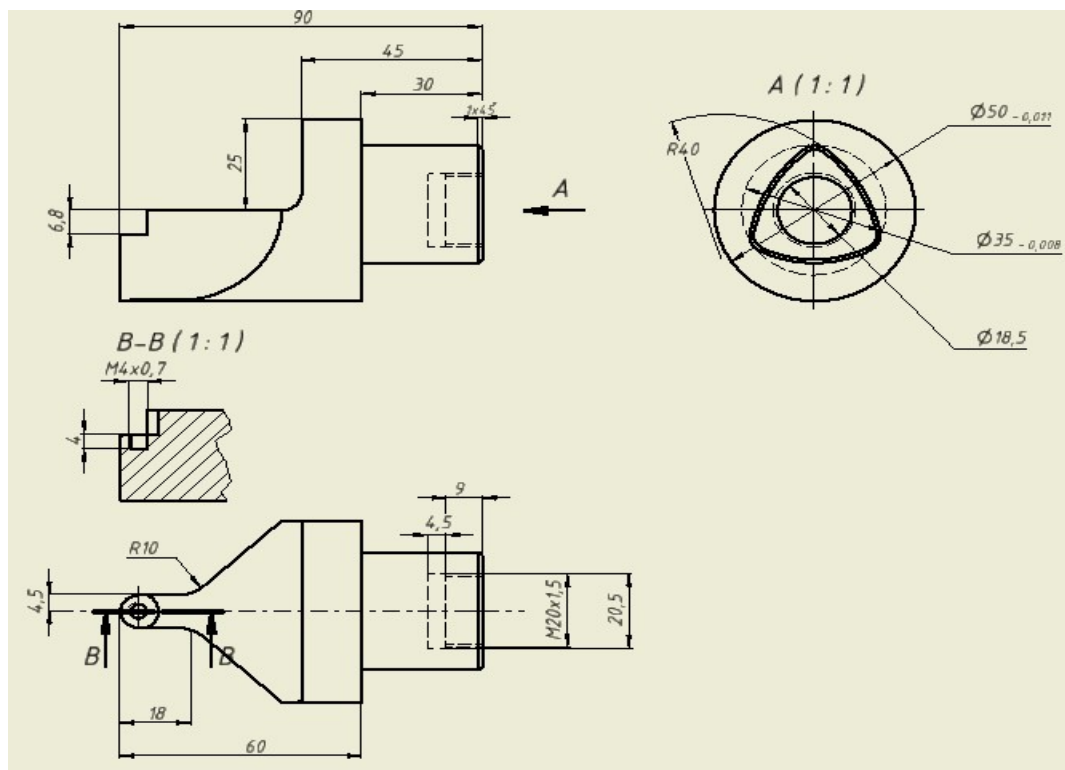


Рис. 2.1 – Корпус інструменту

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- різальна частина – твердосплавна пластина є кінцевою ланкою ланцюга обробки верстату. Вона кріпиться до корпусу у відповідну частину механічним способом, за допомогою гвинта та підкладки. Саме пластина є предметом контакту інструменту з заготовкою; вона сприймає навантаження, створювані в процесі різання: термічний вплив, механічні зусилля та коливання. Найбільший знос припадає саме на пластину, тому вона є замінюваною. Також у конструкції самої пластини присутня одна особливість, що дозволяє її використовувати, просто розташувавши у іншому положенні – кругла форма пластини дозволяє використовувати різальну кромку по всьому периметру кола, просто розвернувши пластину.

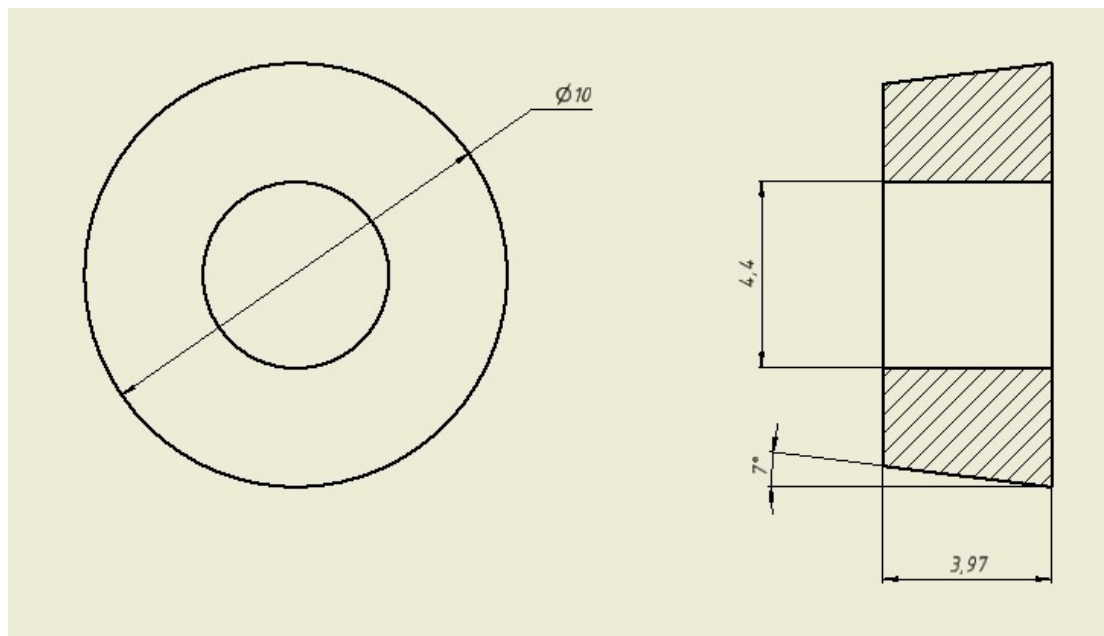


Рис. 2.2 – Змінна твердосплавна пластина – різальний елемент

- гвинт із різьбою М4 – елемент, що забезпечує з'єднання різальної частини з корпусом та надає міцний затиск різального елемента, за рахунок чого процес різання є стабільним і позбавлений руйнуючих рухів та вібрацій. Гвинт є важливою технологічною одиницею, адже саме він забезпечує швидкий демонтаж та встановлення нового різального елемента, що підвищують продуктивність роботи

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

інструменту та верстату цілком. Рекомендована сила затиску компанії виробника 5,3 Н*м.

- підкладка під пластину виконує функцію фіксації та точного розташування. Підкладка є точно обробленою пластиною, фінішною обробкою якої є процес шліфування. Завдяки точності поверхні різальний елемент займає точне положення, а точна шліфувана поверхня є поверхнею, яка сприймає навантаження від різального елемента, таким чином, не концентруючи напругу на горбіх мікрорельєфу пазу.

2.2 Принцип роботи

Інструмент застосовується для чистового та напівчистового розточування отворів, утворення фасонних поверхонь, шляхом використання інструменту на токарно-карусельних верстатах, легованих сталей та чавунів – тобто інструментів, що важко обробляються.

Головка розточна встановлюється у патроні верстату за допомогою спеціальних адаптерів розробки SANDVIK CoroFix, що в свою чергу за допомогою оправок закріплюються у патроні верстату. Установка головки відбувається завдяки взаємодії хвостовика та адаптера, тобто інструмент базується по поверхням хвостовика, торцевій поверхні корпусу, а також відбувається додаткове кріплення, завдяки наявності різьби M20 у тілі хвостовика. У отворі із різьбою розташована проточка, діаметр якої більше на 0,5 мм для того, щоб не виникало складнощів із кріпленням. Саме така схема базування дозволяє запобігати прокручування, зміщення інструменту при обробці, та запобігає утворенню небажаних вібрацій, та їх наслідків – появи люфтів.

Процес розточування відбувається завдяки наявності різального елемента, який кріпиться до тіла розточної головки наступним чином: у паз, створений саме для різального елемента встановлюється шліфувана пластина

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

для більш точного позиціонування твердосплавної пластини, на яку, у свою чергу, встановлюється твердосплавна різальна пластина; фінішним етапом фіксації різального елементу є застосування болта М4, який утворює з'єднання із корпусом головки (у пазі наявний отвір із різьбою), таким чином створюючи певний натяг, що не дає конструкції деформуватися. Сила затягування болта вказана у документації для відповідної пластини та інструменту, у нашому випадку - $5,3H \cdot m$.

2.3 Матеріал об'єкту проектування

Матеріал будемо вибирати згідно зі складовими конструкції. Так як інструмент складається з корпусу, та різального елементу, то, відповідно, підбираємо матеріали.

Матеріал корпусу:

Корпус токарних різців, розточних різців, та розточних головок обраного типу за ГОСТ 5688-2015 потрібно виготовляти з конструкційних сталей марок Сталь 45 (ГОСТ 1050-74) або Сталь 40Х (ГОСТ 4543-71). Виберемо матеріал Сталь 40Х, так як він має міцнішу поверхню, відносно Сталі 45 (див. далі у табл. 2.3); також є достатньо пластичною у сердечнику (для прокату із коловидним зрізом), за рахунок чого добре поглинає вібрації. Леговані сталі, у нашому випадку – хромиста, мають більшу допустиму теплостійкість, що відповідно дозволяє працювати із вищими у 1,2 – 1,5 рази швидкостями різання, тобто більш жорсткими режимами.

Робота інструменту з легованої сталі вважається більш надійною; наприклад, якщо взяти розглянутий інструмент, то можна зробити висновок, що робота хвостовика бути більш стійкою та довготривалою, ніж інструменту зі звичайної конструкційної сталі, адже більша твердість дає можливість зберігати властивості більш довгий час, тобто менше зношуватися, за рахунок чого процес різання буде більш стабільним – менша

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

кількість утворюваних зношуванням вібрацій; забезпечується більш точне положення різального інструменту – обробка відбувається х вищою якістю.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад Сталі 40Х

| Хімічний елемент | Кількісна складова елементу, % |
|------------------|--------------------------------|
| Вуглець (C) | 0.36 – 0.44 |
| Хром (Cr) | 0.8 – 1.1 |
| Сірка (S) | До 0.035 |
| Марганець (Mn) | 0.5 – 0.8 |
| Кремній (Si) | 0.17 – 0.37 |

Таблиця 2.2 – Хімічний склад Сталі 45

| Хімічний елемент | Кількісна складова елементу, % |
|------------------|--------------------------------|
| Вуглець (C) | 0.42 – 0.5 |
| Хром (Cr) | До 0.25 |
| Сірка (S) | До 0.04 |
| Марганець (Mn) | 0.5 – 0.8 |
| Кремній (Si) | 0.17 – 0.37 |

Таблиця 2.3 – Механічні властивості Сталі 40Х

| Переріз, мм | $\sigma_{0,2}$, МПа | σ_B , МПа | НВ |
|---|----------------------|------------------|---------|
| Закалювання 840-860 °С, вода, масло. Відпуск 580-650 °С, вода, повітря | | | |
| 101-200 | 490 | 655 | 212-248 |
| 201-300 | 440 | 635 | 197-235 |
| 301-500 | 345 | 590 | 174-217 |

Таблиця 2.4 – Механічні властивості Сталі 45

| Переріз, мм | $\sigma_{0,2}$, МПа | σ_B , МПа | НВ |
|-------------|----------------------|------------------|----|
|-------------|----------------------|------------------|----|

| Закалювання 860-880 °С. Відпуск 550-600 °С | | | |
|--|-----|-----|-----------|
| 100 | 400 | 600 | 148 – 217 |

У наданих таблицях чітко відображається кількість карбону та легованого елементу. Вуглець в обох матеріалах знаходиться у діапазонах, що перетинаються, тобто можна зробити висновок, що міцність, забезпечувана кількістю вуглецю знаходиться приблизно в одному діапазоні, а це свідчить про те, що саме завдяки легуванню відбувається значне покращення якості матеріалу.

Матеріал різальної частини:

У сучасній машинобудуванні, а саме у обробній промисловості використовують різні групи матеріалів для різання, а саме швидкорізальні сталі, твердосплавні сталі, та твердосплавні сталі із покриттям. Більша кількість використовуваного на виробництвах інструменту створена з твердого сплаву або включає у свою конструкцію змінні різальні твердосплавні елементи. У основі утворення твердосплавних інструментів лежить спікання карбідів тугоплавких металів таких, як вольфрам, титан, тантал та неутворюючого карбідів кобальту. Порошки підлягають змішуванню у відповідних пропорціях та спіканню в формах із температурами близько 1500-2000 °С. У процесі спікання тверді сплави набувають високої твердості та міцності, висновком з чого є відсутність подальшої потреби в термічній обробці.

Твердосплавний інструмент, за виробничими дослідженнями таких виробників різального інструменту, як SANDVIK та TAEGUTEC, що довгий час є провідними постачальниками інструменту, із вмістом вольфраму має стійкість у 5 разів вище, відповідно до швидкорізального інструменту. Нажаль, твердосплавний інструмент є більш крихким за швидкорізальний. Таке явище пояснюється підвищеним вмістом кобальту, з мірою зростання якого у складі крихкість інструменту підвищується.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Допустимі температури обробки для твердосплавних інструментів є значно вищими, ніж для швидкорізальних, і, як наслідок – можливість обробки із важчими та жорсткішими режимами різання. Наприклад, для оптимальної роботи швидкість різання може бути у 1,5 – 3 рази вищою за можливу швидкість різального інструменту. Можна навести декілька прикладів порівняння твердості твердих сплавів і швидкорізальних сталей(див.табл. 2.5 та табл. 2.6):

Таблиця 2.4 – Твердість швидкорізальних сталей

| Марка сталі | Температура відпуску, °C | Твердість, HRC ₂ |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| У7, У8, У10, У12 | 150 – 160 | 63 |
| P9 | 580 | |
| У7, У8, У10, У12 | 200 – 220 | 59 |
| P6M5K5, P9, P18 | 620 – 630 | |

Таблиця 2.5 – Твердість твердосплавних сталей

| Марка сталі | Твердість, HRC |
|-------------|----------------|
| BK6 | 72 |
| BK8 | 71 |
| BK10 | 70.5 |
| T5K10 | 72 |
| T15K6 | 73 |

Результати, наведені в таблиці 2.5, були отримані за допомогою програми, що переводить дані отримані за різними шкалами, а саме величини з методу HRA у HRC. Таке порівняння не є достатньо коректним, проте дає можливість приблизно порівняти потрібні величини.

Після огляду таблиць можна зробити висновок, що твердосплавні елементи дійсно мають більшу твердість і властивості, описані вище, що надає цій групі перевагу при виборі інструменту.

Твердосплави також мають певні відмінності і за цими відмінностями діляться на три групи:

- ВК – сплави утворені на основі спікання вольфраму і кобальту. Називають такі сплави вольфрамо-кобальтовими.
- ТК – сплави утворені спіканням карбїду вольфраму та титану, зв'язуючим є кобальт. Це – так звані двокарбїдні сплави.
- ТТК – трикарбїдні сплави. Група тантало-титано-вольфрамо-кобальтових сплавів.

Згідно зі стандартом ГОСТ 3882-74 для потреб описаних раніше – обробка залізничних колїс, рекомендованим є сплав ВК6-ОМ. Даний сплав є оптимальним для точіння, розточування, нарізання різьби таких матеріалів, як леговані відбілені та сірі чавуни, закалені сталі та леговані сталі. Також сучасні виробники пропонують пластини з даного сплаву з використанням CVD технології – хімічного напилення речовин, що знижують знос - TiN, забезпечують додаткову стійкість - TiCN, та захищають основу від високих температур – Al_2O_3 .

Характеристики твердого сплаву ВК6-ОМ:

- група – вольфрамо-кобальтова;
- твердість – >90.5 HRA;
- склад: карбїд вольфраму – 92%; карбїд танталу – 2%; кобальт – 6%;
- границя міцності на згин – 1300 МПа;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.4 Геометричні параметри

Утворення інструменту відбувається зі знаходження *вихідної інструментальної поверхні* ВІП, проте одної ВІП недостатньо для обробки. Потрібно виходити з умови, що треба створити різальну частину із геометричними параметрами, що дозволять інструменту працювати у визначених умовах – режимах різання.

Геометричні параметри повинні бути підібрані таким чином, щоб характеристики інструменту були найвищими, тобто відповідати певним умовам жорсткості та стійкості. Розберемо геометричні параметри трохи докладніше:

- **Задній кут α** . Це складова геометрії, що є елементом зменшення тертя між деталлю(тобто поверхнею, що вже оброблена) та задньою поверхнею A_α . Дуже великий задній кут – негативна складова, тому що таким чином погіршується відвід теплової енергії, що виробляється внаслідок деформації у процесі різання. Також потрібно не забувати, що інструмент у момент обробки є закріпленою консольною балкою(якщо розглядати його різальну елементарну частину), звідси впливає, що при обробці досить міцних матеріалів реакція сили буде створювати значний момент, який може стати руйнівним для конструкції. Тому потрібно вибирати оптимальний задній кут. Ще одною умовою на яку звертають увагу при виборі заднього кута є товщина зрізуваного шару матеріалу: більша товщина – менший задній кут (тобто міцніша консольна балка). Для обробки легованих колесних сталей задній кут знаходиться в діапазоні $\alpha=7..10^\circ$, для сталей $12^\circ..16^\circ$. Так як за умовою потрібно обробляти леговану колесну сталь, оберемо задній кут $\alpha=7^\circ$.
- **Передній кут γ** . Передній кут обирається в залежності від оброблюваного матеріалу, а також властивостей різальної частини.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Передній кут – кут утворений поверхнею, якою сходять стружка, та основною поверхнею інструменту, тому, як висновок з першої тези передній кут напряду буде впливати на відділення стружки. Потрібно не забувати, що саме передній кут утворює основну геометрію консольної балки, якою теоретично є різець. Для обробки леговної колесної сталі оптимальним буде кут обраний з діапазону $\gamma=0^{\circ}..10^{\circ}$. Тож оберемо мінімальне значення кута $\gamma=0^{\circ}$.

- **Кут нахилу різальної кромки λ .** Це кут, який відповідає за розподілення сил різання (точніше їхні проєкції), утворення стружки. Тобто є достатньо важливою складовою. Для розточних різців та головок, рекомендованими є кути в діапазоні $\lambda=0^{\circ}..45^{\circ}$. Так як від кута нахилу різальної кромки залежить процес стружкоутворення, звернемо на це увагу. При невеликих кутах ділення стружки відбувається гірше, проте якщо взяти до уваги, що різання буде відбуватися твердосплавною пластиною із спеціальними стружколомами, то можна схилитися до вибору менших кутів. Отже, оберемо кут $\lambda=0^{\circ}$.

2.5 Режим роботи та зусилля, що діють на інструмент

Розрахуємо та сконструюємо розточну головку з механічним кріпленням різального елемента – багатогранної пластини з твердого сплаву для обробки залізничного колеса з легованої колесної сталі діаметром $D=900$ мм, границя міцності $\sigma_B = 950$ МПа Обробка відбувається на токарно-карусельному верстаті SHIESS MOWEG.

Умови обробки:

- Матеріал різальної частини – ВК6-ОМ (ГОСТ 3882-74);
- Матеріал корпусу – Сталь 40Х (ГОСТ 4543-71);
- Геометрія різальної частини: передній кут $\gamma=0^{\circ}$; задній кут $\alpha=7^{\circ}$;
радіус пластини $R=5$ мм ;
- $S = 0.15$ мм/об ; $t = 1$ мм ;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1) Швидкість різання :

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v$$

Загальний поправочний коефіцієнт C_v , показники степенів у формулі вище беремо за таблиці 2.6:

$$C_v = 292;$$

$$x = 0.15;$$

$$y = 0.2;$$

$$m = 0.2$$

Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнтів і показників степеню в формулах швидкостей різання

| Вид обработки | Материал режущей части резца | Характеристика подачи | Коэффициент и показатели степени | | | |
|---|------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------|------|-------|
| | | | C_v | x | y | m |
| Обработка стали конструкционной углеродистой $\sigma_s = 750$ МПа | | | | | | |
| Наружное продольное точение проходными резцами | T15K6* | S до 0,30 | 420 | | 0,20 | |
| | | S св. 0,30 до 0,70 | 350 | 0,15 | 0,35 | 0,20 |
| | | S св. 0,70 | 340 | 0,15 | 0,43 | 0,20 |
| | P18** | S до 0,25 | 87,5 | 0,25 | 0,33 | 0,125 |
| | | S св. 0,25 | 56 | | 0,66 | |
| Отрезание | T5K10* | | 47 | – | 0,80 | 0,20 |
| | P18** | | 23,7 | | 0,66 | 0,25 |
| Обработка серого чугуна, HB 190 | | | | | | |
| Наружное продольное точение проходными резцами | BK6* | S до 0,40 | 292 | 0,15 | 0,20 | 0,20 |
| | | S св. 0,40 | 243 | | 0,40 | |
| Отрезание | BK6* | | 68,5 | – | 0,40 | 0,20 |
| | P18* | | 22,5 | | | 0,15 |
| Обработка ковкого чугуна, HB 150 | | | | | | |
| Наружное продольное точение проходными резцами | BK8* | S до 0,40 | 317 | 0,15 | 0,20 | 0,20 |
| | | S св. 0,40 | 215 | | 0,45 | |
| | P18** | S до 0,25 | 106 | 0,20 | 0,25 | 0,125 |
| | | S св. 0,25 | 75 | | 0,50 | |
| Отрезание | BK* | | 86 | | 0,40 | 0,20 |
| | P18** | | 47 | | 0,50 | 0,25 |

* без охлаждения; ** с охлаждением.

Поправочний коефіцієнт K_v враховує умови, у яких відбувається обробка – тобто фактичні:

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{uv} \cdot K_{ov}$$

$K_{\mu v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує фізико-хімічні та механічні властивості оброблюваного матеріалу;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини;

K_{ov} – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

$$K_{\mu v} = Kr \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,79$$

$Kr = 1$ для твердих сплавів;

$n = 1$ також для твердих сплавів;

$$K_{uv} = 0,92 ;$$

$$K_{ov} = 0,5 ;$$

$$K_v = 0,79 \cdot 0,92 \cdot 0,5 = 0,3634$$

Подача для обробки легованих сталей твердим сплавом ВК6 береться за умовою $S=0,15$ мм/об.

Для різців із твердосплавним елементом період стійкості при обробці легованої сталі дорівнюватиме $T=90$ хв.

$$v = \frac{292}{90^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,3634 = 63,05 \text{ м/хв}$$

Визначивши швидкість різання, тепер можна розрахувати частоту обертання шпинделю верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 63,05}{3,1415 \cdot 900} = 23 \text{ об/хв}$$

Дійсна частота визначається за таблицею залежності частоти від швидкості різання, та діаметру оброблюваної заготовки:

$$n = 20 \text{ об/хв}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Наразі визначимо дійсну швидкість різання:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 900 \cdot 20}{1000} = 56,54 \text{ м/хв}$$

Визначимо силу різання :

$$P_z = 9.81 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Загальний поправочний коефіцієнт C_p та показники степенів у формулі сили беремо за таблицею 2.7:

$$C_p = 300;$$

$$x = 1;$$

$$y = 0.75;$$

$$n = -0.15;$$

Таблиця 2.7 - Значення коефіцієнтів і показників степеню в формулах визначення сили різання

| Обрабатываемый материал | Материал режущей части | Вид обработки | Коэффициенты и показатели степени в формулах для составляющей | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|--|---|------|--------------|-------|------------------|------|------|------|--------------|------------|-------------|--------|
| | | | тангенциальной P_z | | | | радиальной P_x | | | | осевой P_y | | | |
| | | | C_p | x | y | n | C_p | x | y | n | C_p | x | y | n |
| Сталь конструкционная и стальное литье $\sigma_s = 750 \text{ МПа}$ | Твердый сплав | Наружное прод. и попер. точение и растачивание | 300 | 1,0 | 0,75 | -0,15 | 243 | 0,9 | 0,6 | -0,3 | 339 | 1,0 | 0,5 | -0,4 |
| | | Отрезание и прорезание | 408 | 0,72 | 0,80 | 0 | 173 | 0,73 | 0,67 | 0 | — | — | — | — |
| | Быстрорежущая сталь | Наружное прод. и попер. точение и растачивание | 200 | 1,0 | 0,75 | 0 | 125 | 0,9 | 0,75 | 0 | 67 | 1,2 | 0,65 | 0 |
| | | Отрезание и прорезание | 247 | 1,0 | 1,0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | Фасонное точение | 212 | 1,0 | 0,75 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Чугун серый НВ 190 | Твердый сплав | Наружное прод. и попер. точение и растачивание | 92 | 1,0 | 0,75 | 0 | 54 | 0,9 | 0,75 | 0 | 46 | 1,0 | 0,4 | 0 |
| | Быстрорежущая сталь | Отрезание и прорезание | 158 | 1,0 | 1,0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Чугун ковкий НВ 150 | Твердый сплав | Наружное прод. и попер. точение и растачивание | 81 100 | 1,0 | 0,75 0,75 | 0 | 43 86 | 0,9 | 0,75 | 0 | 38 40 | 1,0 1,2 | 0,4 0,65 | 0 0 |
| | Быстрорежущая сталь | Отрезание и прорезание | 139 | 1,0 | 1,0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p}$$

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

K_{yp} – коефіцієнт, що враховує передній кут різця;

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу різальної кромки;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750}\right)^n = \left(\frac{950}{750}\right)^{0.75} = 1.19$$

$n = 0,75$ для даної міцності матеріалу;

$K_{yp} = 1,1$ для заданого переднього кута;

$K_{\lambda p} = 1$ для заданого кута нахилу різальної кромки;

$$K_p = 1.19 \cdot 1.1 \cdot 1 = 1.309$$

Тепер відповідно знайдемо силу різання:

$$P_z = 9.81 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.15^{0.75} \cdot 56.54^{-0.15} \cdot 1.309 = 506,9 \text{ Н}$$

Потужність верстату можна вирахувати за формулою, знаючи силу різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{506,9 \cdot 56,54}{1020 \cdot 60} = 4,7 \text{ кВт}$$

Визначимо діаметральний переріз d державки:

$$d = \sqrt[3]{\frac{P_z \cdot l}{0,1 \cdot \sigma_i}}$$

$l = 60 \text{ мм}$ довжина різця від перерізу консольного закріплення;

$\sigma_i = 400 \text{ МПа}$ допустиме напруження на згин;

$$d = \sqrt[3]{\frac{56,54 \cdot 60}{0,1 \cdot 400}} = 34,27 \text{ мм}$$

Далі визначимо максимальне напруження, допустиме міцністю різця:

$$P_{z\text{доп}} = \frac{d^2 \cdot \sigma_{\text{и}}}{10 \cdot l} = \frac{35^2 \cdot 400}{10 \cdot 60} = 816,7 \text{ Н}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Хоча діаметр визначали для різця або розточної головки із постійним перерізом круглої форми, а проектований інструмент має складну форму, можна зробити наближені висновки за отриманими результатами:

Переріз має наближені розміри до реальних, тому справедливим буде твердження, поставлене на зроблених дослідженнях, що конструкція інструменту задовольняє умовам експлуатації, адже сили різання, утворювані при обробці, підпадають у діапазон допустимих значень із великим запасом міцності.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ІНСТРУМЕНТУ

У цьому розділі будуть розглянуті вибір заготовки, технологічний процес виготовлення інструменту, розрахунки припусків, а також режимів різання, із якими оброблятиметься заготовка інструменту.

3.1 Етап вибору заготовки

Першим етапом на шляху створення інструменту стоїть вибір його заготовки. Заготовки обираються за багатьма критеріями, зокрема, формою, способом отримання, вартістю. У процесі виготовлення будь-якої деталі важливо забезпечити необхідну якість деталі, при цьому, зробивши її собівартість мінімальною. Існує можливість здешевлення деталі одночасно кількома шляхами – оптимальний вибір заготовки та оптимальний шлях виготовлення інструменту.

На наш час у машинобудуванні розробляють нові способи виготовлення заготовок для того, щоб уникнути великої кількості відходів у процесі отримання деталей, тобто зробити використання матеріалу максимально ефективним. Концепція полягає в тому, що форма заготовки має бути максимально наближена до форми деталі. Невелика кількість обробних операцій інструмента складної конструкції може свідчити про те, що заготовка має достатні властивості, для подальшої роботи у встановлених умовах.

Зазвичай заготовки отримують литтям, штампуванням у прес-формах, використовують прокат різних перерізів, а також спіканням.

Заготовки отримані різними способами, відповідно, мають різні механічні та фізичні властивості:

- наприклад, заготовки отримані спіканням мають рівномірну дрібнозернисту структуру, та зазвичай є достатньо міцними і

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

твердими, проте мають невисокій рівень властивостей опору на скручування та згин;

- заготовки отримані литтям дають змогу отримати матеріал із потрібною структурою зернистості, та потрібними механічними властивостями, тобто можна надавати потрібні пружні властивості;
- у прес-формах частіше виготовляють заготовки для труб та прутків некруглих перерізів.
- заготовки, отримані прокатуванням, також мають специфічні властивості, тобто зазвичай є листами, що у подальшому або обробляються у прес-формах, або підлягають різанню лазером тощо;
- кування – іще один вид отримання заготовок. Ковані заготовки мають поверхневий шар наклепу, за рахунок чого поверхня має підвищену міцність та твердість; ще одною властивістю заготовок отриманих куванням є їхня в'язкість та здатність опору напрямленим навантаженням (на прикладі гаку);

Найбільш доцільним у нашому випадку буде використання заготовки, отриманої механічним обробленням – різанням. Такий спосіб дозволяє залишити припуски на обробку. Такий спосіб є достатньо дешевим, що також відіграє важливу роль у виборі заготовки. Виберемо спосіб утворення заготовки – відрізання дисковою фрезою.

3.2 Базовий (технологічний) маршрут виготовлення

Заготівельна операція:

A31. Відрізання дисковою пилою

Механічні операції:

AM1. Токарне оброблення хвостовика на токарному верстаті

AM2. Токарне оброблення робочої частини на верт.-токарному верстаті

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

АМ3. Фрезерування хвостовика на вертикально-фрезерному верстаті

АМ4. Торцювання хвостовика на токарному верстаті

АМ5. Точіння посадкового отвору розточним різцем на токарному верстаті

АМ6. Розточування посадкового отвору – утворення проточки для виходу різьбонарізного інструменту

АМ7. Нарізання різьби М20х1,5 на токарному верстаті

АМ8. Фрезерування робочої частини на верстаті з ЧПК

АМ9. Фрезерування пазу під пластину кінцевою фрезою на фр. верстаті

АМ10. Свердління отвору для різьбового кріплення твердосплавної пластини

АМ11 Чистове фрезерування пазу під пластину

АМ12. . Нарізання різьби М4х0,7 для механічного кріплення різального елемента

АМ13. Шліфування торця кругло-шліфувальним верстатом

АМ14. Шліфування хвостовика шліфувальним верстатом

АМ15. Поновлення різьби

Термічна операції:

АТ1. Закалка у мастилі (40 х) твердсть 45...48HRC

Фінішні операції:

АФ1. Контроль

АФ2. Пакування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.3 Таблиця технологічного процесу

| № | Наменування операції | Ескіз операції | Верстат Інструмент | Пристосування |
|----|--|----------------|--|--|
| 05 | Відрізання заготовки дисковою пилою 90мм | | Верстат відрізний 856, Дискова пила ГОСТ 4047-82 | Призматичні лещата |
| 10 | Точіння циліндру $d=37$, $l=30$ | | Верстат токарний 16K20, прохідний різець A25T-DTFNR | Трикулачковий патрон |
| 15 | Точіння циліндру $d=50$, $l=60$ | | Токарний верстат 16K20, прохідний різець A25T-DTFNR | Патрон трикулачковий |
| 20 | Фрезерування хвостовика на вертикально-фрезерному верстаті | | Верстат 6P12, фреза CoroMill 390 | Універсальний стіл для вертикально-фрезерного верстату |
| 25 | Торцювання хвостовика на токарному верстаті | | Токарний верстат 16K20, Упорний різець | Трикулачковий патрон |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 30 | Розточна операція на токарному верстаті | | Токарний верстат 16K20, Розточний різецьSandvik CoroTurn 107 | Трикулачковий патрон |
| 35 | Розточна операція для виходу різьбонарізного інструменту | | Токарний верстат 16K20, Розточний різець A25RA3ES | Трикулачковий патрон |
| 40 | Нарізання різьби M20x1,5 на токарному верстаті | | Токарний верстат 16K20, Різець для нарезання різьби с твердосплавной пластиной | Трикулачковий патрон |
| 45 | Фрезерування робочої частини кінцевою фрезою | | Вертикально-фрезерний верстат 6P12, Фреза CoroMill 390 | Універсальна збірна пристосува з пластин та призма |
| 50 | Фрезерування пазу під пластину кінцевою фрезою на | | Вертикально-фрезерний верстат 6P12, Фреза CoroMill Plura | Універсальна збірна пристосува з пластин та призма |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| | фрезерному верстаті | | | |
| 55 | Свердління отвору М4 для різьбового кріплення | | Свердлильний верстат KSB 40 CNC, Спиральне свердло d=4 | Універсальна збірна приспособа з пластин та призма |
| 60 | Чистове фрезерування пазу під пластину | | Вертикально- фрезерний верстат 6P12, Фреза CoroMill Plura | Універсальна збірна приспособа з пластин та призма |
| 65 | Нарізання різьби М4х0,7 | | Свердлильний верстат KSB 40 CNC, Мітчик М4 | Універсальна збірна приспособа з пластин та призма |
| 70 | Шліфування торця круглим шліфуванням | | Комбінований шліфувальний верстат з двома дисками і бобіни ШЛДБ- 4, Шліфувальний диск | Універсальний збірний пристрій |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | | |
|----|--------------------------|--|--|--------------------------------------|
| 75 | Шліфування хвостовика | | Шліфувальний верстат з ексцентриком Glauchau, Шліфувальний диск | Універсальний збірний пристрій |
| 80 | Поновлення різьби | | Токарний верстат 16K20 | Трикулачковий патрон |
| 85 | Закалювання у мастилі | | | |
| 90 | Контроль якості | | | |
| 95 | Пакування | | | |

3.4 Розрахунок операційних припусків

Вирахуємо припуски на обробку фрезеруванням пазу під змінний ріжучий елемент із метою отримання розміру для попередньої операції чорнового фрезерування. Поверхня деталі отримується чорновим, напівчистовим та чистовим фрезеруванням. Тобто обробляємо площину призматичної деталі.

Розрахунки припусків:

1. Розмір деталі ($S_{чф}$) після чистового фрезерування $S_{чф} = 18,2_{-0,084}$
2. Визначаємо товщину деталі після напівчистового ($S_{нчф}$) фрезерування.

Для цього знаходимо припуск та граничне відхилення для товщини деталі 18 мм.

$$Z = 0,4 \text{ мм}$$

$$T = 280 \text{ мкм}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вирахуємо товщину деталі:

$$S_{\text{нчф}} = (18 + 0,4 \cdot 2)_{-0,28} = 18,8_{-0,28}$$

Отримали товщину деталі, яку потрібно отримати напівчистовим фрезеруванням.

3. Тепер визначимо товщину деталі, яку потрібно отримати на попередній операції чорнового фрезерування попереднього переходу. Для цього візьмемо товщину зрізаного шару, що потрібно обробити перед напівчистою обробкою товщина попередня – S_n :

$$S_n = S_{\text{чп}} - S_{\text{нчф}} = 25 - 18,8_{-0,28} = 6,228$$

Розмір S_n визначає припуск, який треба обробити за декілька проходів при чорновому фрезеруванні.

4. Знайдемо кількість проходів k для чорнового фрезерування, для того, щоб визначити загальний розрахунковий припуск, та отримати кінцеву товщину деталі, оброблену на попередньому переході.

Для цього знайдемо припуск, граничне відхилення для деталей товщиною 18-30 мм.

$$Z = 0,8 \text{ мм}$$

$$T = 520 \text{ мкм}$$

$k = \frac{S_n}{z} = \frac{6,228}{0,8} = 7,785$ приймаємо кількість проходів - 8 (округлили до більшої кількості, адже залишаємо припуск на попередню обробку); тепер обчислимо сумарне відхилення:

$$T = 520 \cdot 8 = 4160 \text{ мкм}$$

Обчислимо розмір товщини деталі для чорнової операції фрезерування:

$$S = 18,8_{-0,28} + ((0,8 \cdot 8) + 4,16) = 29,36_{-0,52}$$

Отже розмір отриманої деталі для подальшої обробки знайдено аналітичним методом розрахунку припусків для фрезерування площин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.5 Визначення сил різання

Операція – фрезерування пазу

Верстат – фрезерний 6Р12;

Оброблюваний матеріал – Сталь 40Х;

Інструмент – кінцева фреза CoroMill Plura;

Швидкість різання при фрезеруванні визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Загальний поправочний коефіцієнт C_v та показники степенів у виразі беремо відповідно за таблицею:

$$C_v = 234 ;$$

$$q = 0,2 ;$$

$$x = 0,24 ;$$

$$y = 0,26 ;$$

$$u = 0,1 ;$$

$$p = 0,1 ;$$

$$m = 0,37 ;$$

Подачу визначаємо для фрез, як подачу на зуб фрези:

$$S_z = 0,2 ;$$

Глибина різання $t = 0,8$ мм ;

Ширина $B = 8$ мм ;

Період стійкості фрези діаметром 8 мм беремо 80 хв.:

$$T = 80 \text{ хв.}$$

Поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{nv}$$

де в свою чергу

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{950} \right)^{0,75} = 0,67$$

$K_{nv} = 1$ так як матеріал попередньо оброблений;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$K_{u9} = 0,92 ;$$

$$K_9 = 0,67 \cdot 1 \cdot 0,92 = 0,6164$$

Отже, швидкість:

$$v = \frac{234 \cdot 8^{0,2}}{80^{0,37} \cdot 0,8^{0,24} \cdot 0,2^{0,26} \cdot 8^{0,1} \cdot 5^{0,1}} \cdot 0,6164 = 30,25 \text{ м/хв}$$

Розрахуємо частоту обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30,25}{3,1415 \cdot 8} = 1203,6 \text{ об/хв}$$

Візьмемо табличну частоту обертання $n=1250$ об/хв та розрахуємо швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 8 \cdot 1250}{1000} = 31,41 \text{ м/хв}$$

беремо $V = 32$ м/хв

Розрахуємо головну складову сили різання при фрезеруванні – окружну силу:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp}$$

Поправочний коефіцієнт C_p та показники степенів:

$$C_p = 825 ;$$

$$x = 1;$$

$$y = 0,8;$$

$$n = 1,1;$$

$$q = 1,3;$$

$$w = 0,2;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,3} = \left(\frac{950}{750}\right)^{0,3} = 1,07$$

Тоді окружна сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,8^1 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 8^{1,1} \cdot 5}{8^{1,3} \cdot 1250^{0,2}} = 1544,3 \text{ Н}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Тоді потужність різання буде:

$$N = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 60} = \frac{1544,3 \cdot 31,41}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

Розрахуємо час обробки:

$$T_0 = \frac{L_i}{n \cdot S}$$

L – це довжина робочого ходу (мм):

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблюваної поверхні;

l_1 – шлях врізання

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + 1 = 0,8 \cdot \operatorname{ctg} 20^\circ + 1 = 3,2$$

l_2 – величина перебігу фрези (1-3 мм), візьмемо $l = 2$ мм;

l_3 – довжина шляху зняття пробної стружки (з діапазону 2 до 4 мм),
оберемо 3мм;

$$T_0 = \frac{9 + 3,2 + 2 + 3}{1250 \cdot 0,8} = 0,017 \text{ хв}$$

Розрахуємо допоміжний час:

$T_{д1}$ – час для установки, зняття деталі;

$$T_{д1} = 1 \text{ хв}$$

$T_{д2}$ – час на перевірку розмірів;

$$T_{д2} = 0,22 \text{ хв};$$

$$T = T_{д1} + T_{д2} = 1 + 0,22 = 1,22 \text{ хв}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 . КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Для розробки було обрано пристосування для обробки фрезеруванням пазу під змінний різальний елемент. Інструмент має складну будову, тому для зручної обробки доцільним було створити спеціальний пристрій, що дозволить максимально ефективно обробити відповідні частини інструменту та досягти необхідної якості поверхонь.

4.1 Принцип роботи і конструкція пристосування

Конструкція механізму зображена на рисунку 4.1.

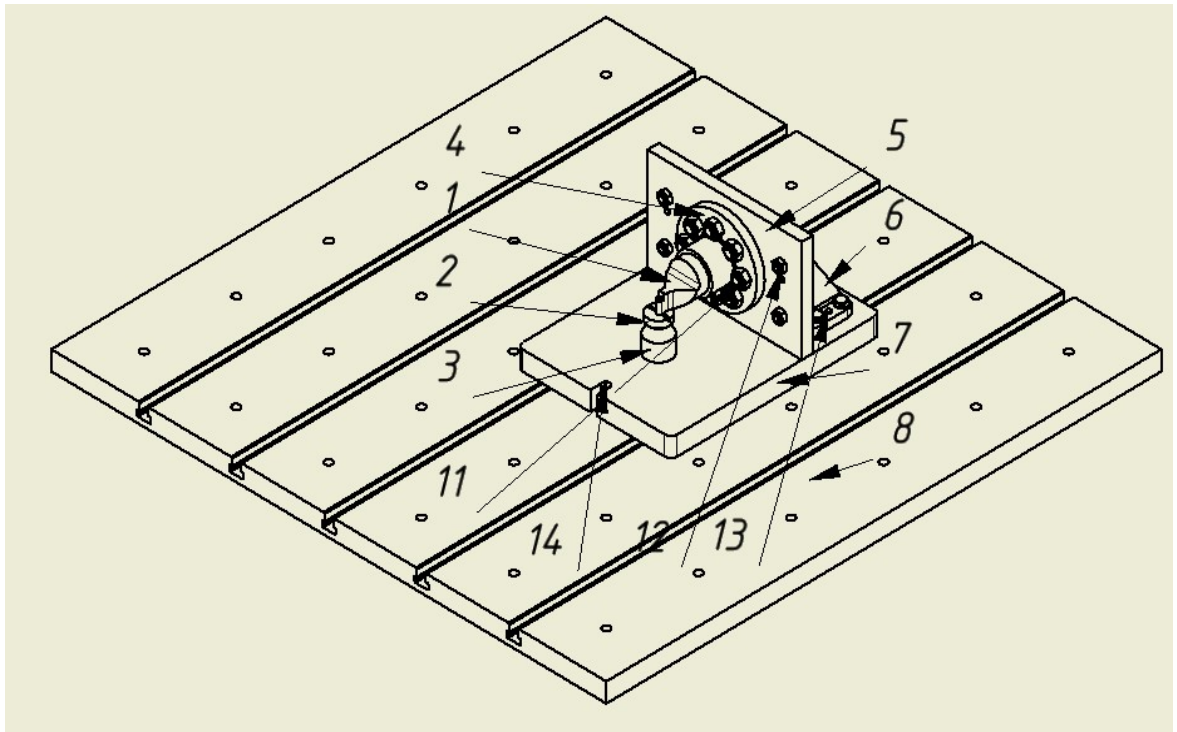


Рис. 4.1 – Пристосування (вигляд А)

Оброблюваний інструмент 1 закріплюється у адаптері 4 шляхом встановлення його по поверхням, що повторюють форму хвостовика розточної головки. Такий принцип розташування дозволяє інструменту знаходитись у стабільному положенні, не сприймаючи будь-яких зусиль, утворюваних силами різання та діючим моментом. Тобто така призматична будова хвостовика у взаємодії з адаптером виключають будь-яке прокручування в процесі обробки інструменту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

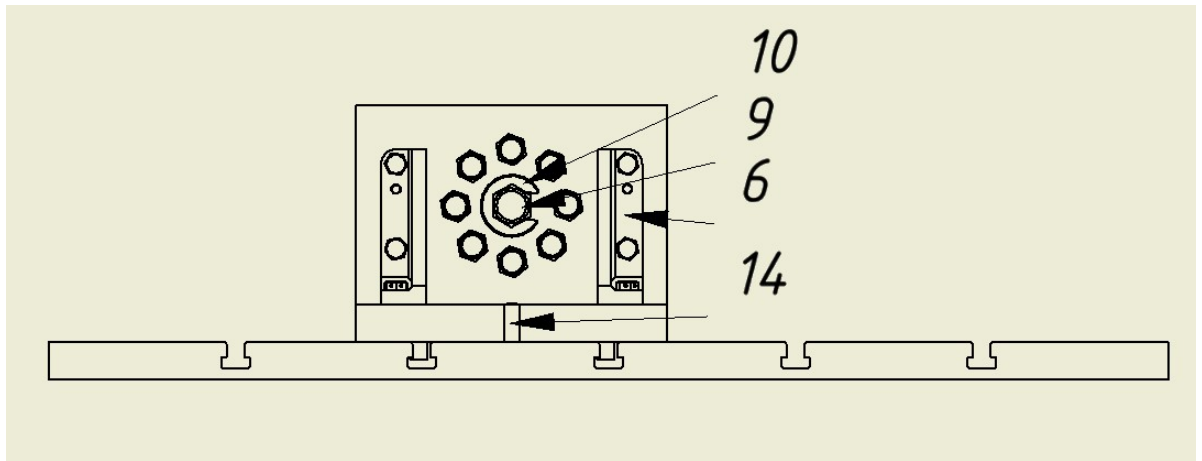


Рис. 4.2 – Пристосування (вигляд Б)

Ефективно перешкоджає осьовому зміщенню інструменту різьбове з'єднання, що утворене внутрішньою різьбою хвостовика та болтом 9, який проходить крізь пластину та міцно утримує інструмент від рухів. Болт захищений упирається в шайбу упорну 10, таким чином ущільнюючи та зміцнюючи конструкцію.

Знизу інструмент опирається на підвідну опору. Опора складається з рухомої частини 2 та нерухомої 3, що тримають контакт між собою завдяки різьбовому з'єднанню малого кроку. Така конструкція дозволяє з точністю забезпечити необхідний рівень для опори оброблюваної заготовки.

Адаптер 4, у якому закріплений інструмент кріпиться до вертикальної розмірної плити 5 з'єднанням – механічною парою «болт-гайка». Болти розташовані рівномірно по колу на тілі адаптера, що відповідно забезпечує міцність для радіальної складової сил, діючих на адаптер.

Вертикальна плита 5, жорстко закріплена на горизонтальній плиті 7. Це з'єднання забезпечується завдяки двом ребрам 6. Ребра жорсткості мають перпендикулярний кут, та відповідні отвори для штифтів 13, що створюють посдаки з натягом між самими штифтами, та одночасно отворами пластин та ребер.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

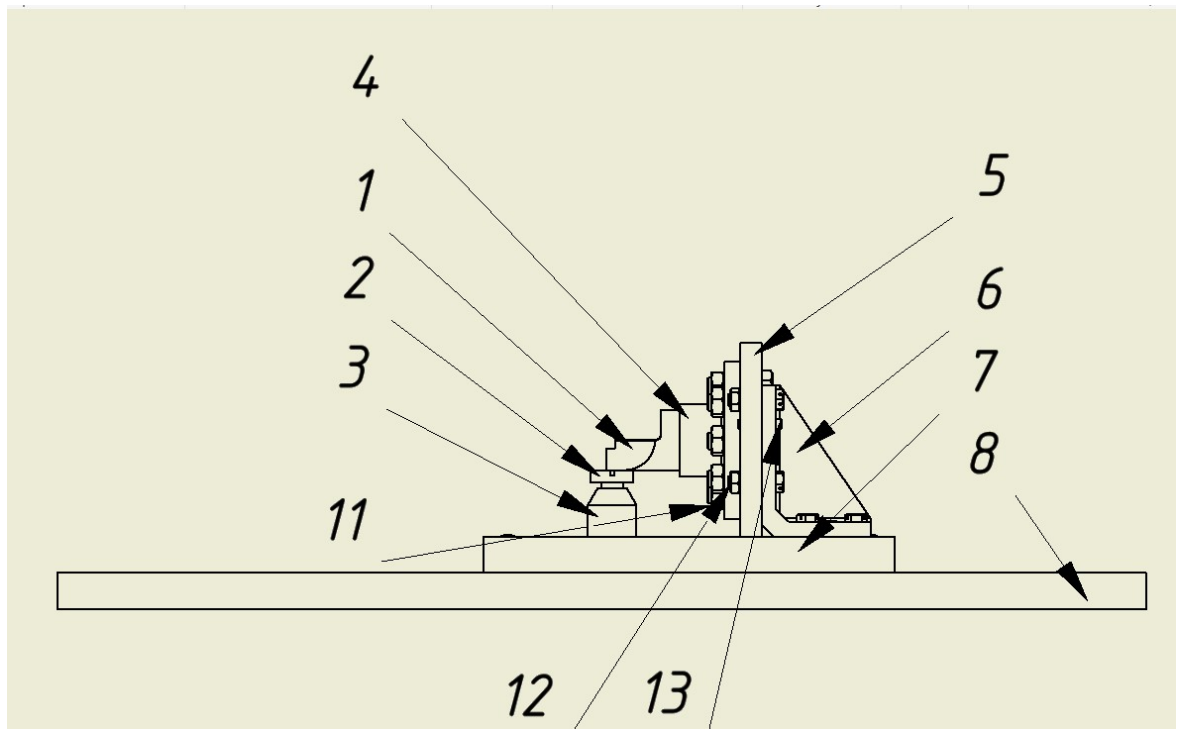


Рис. 4.3 – Пристосування (вигляд В)

Увесь вище описаний механізм розташовується на плиті верстату 8, що має пази, та фіксується штіфтами, які в свою чергу знаходяться в пазах горизонтальної плити, таким чином запобігаючи провертанню та поступальним рухам.

Пристрій має високу жорсткість, адже кожна ланка у своїй будові має по декілька складових, спрямованих на запобігання рухам. Таким чином, умови обробки є високими та задовільними для висунутих потреб.

Усі елементи пристрою вироблені з конструкційних сталей, що також забезпечує можливість відносного гасіння коливань, відносно більш твердих чавунів.

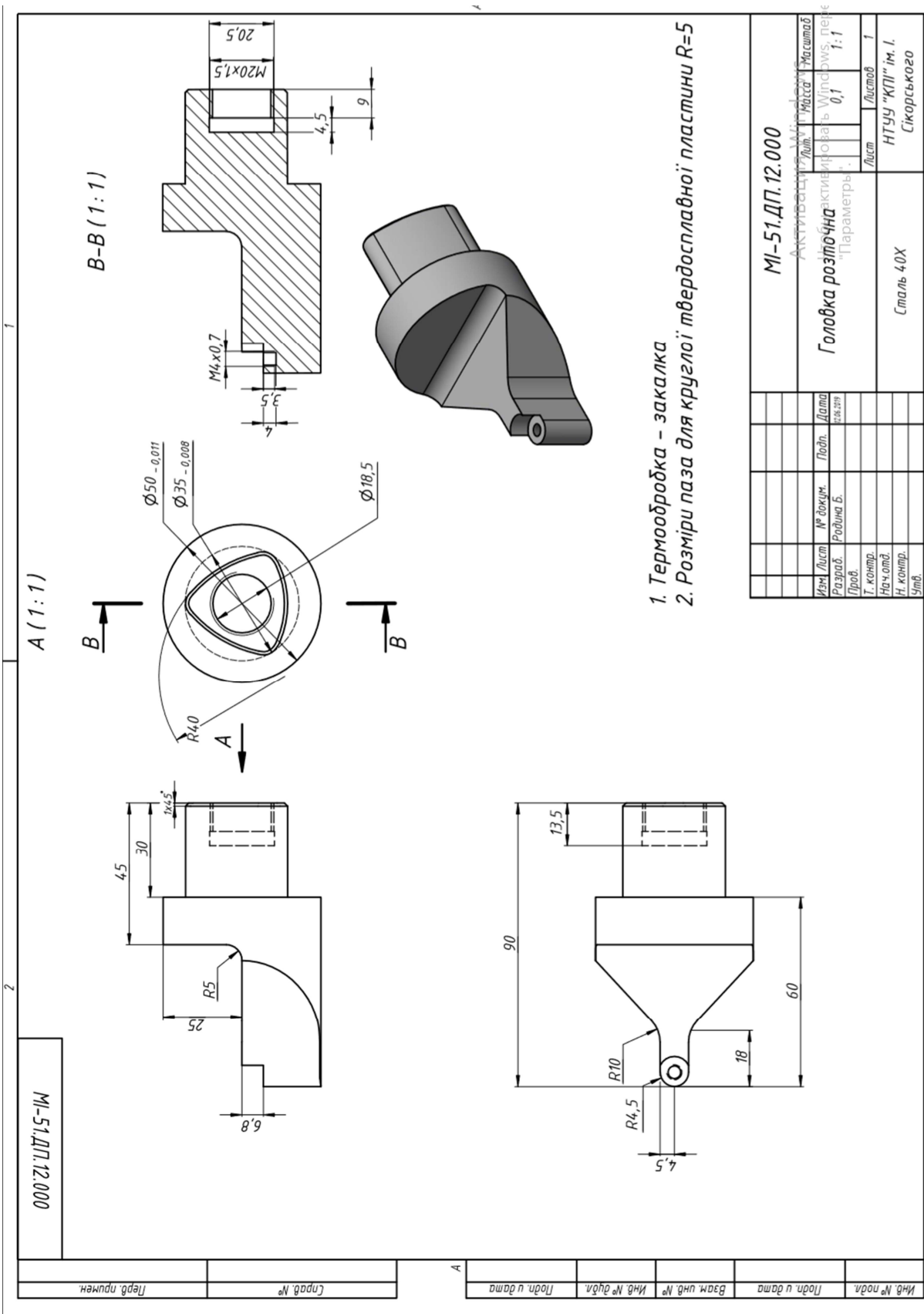
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Література

1. Палей М.М. 1982: Технология производства металлорежущих инструментов;
2. Барсов А.И. 1975: Технология инструментального прозводства;
3. Кузнецов В.С. 1974: Универсальные сборочные приспособления;
4. Ансеров М.А. 1975 – издание четвертое исправленное дополненное: Приспособления для металлорежущих станков; Ленинград
5. https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/t-max_p/Pages/default.aspx
6. <https://vmstanki.ru/rastochneya-golovka-s-avto-podachej/>
7. http://uss-stanko.com/mach/zubehor/frez_rast.htm
8. <http://window.edu.ru/resource/968/45968/files/tkm-dop3.pdf>
9. <http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/data/2017/09/15/Artamonov.pdf>
10. Солодкий В.И. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Проектирование и производство режущего интрсумента» .Киев: КПИ, 1987. – с.10
11. <https://www.iscar.com/eCatalog/Family.aspx?cat=3602442&fnum=2181&map=IS&app=27&pageType=4&rel=I>
12. <https://www.iscar.com/eCatalog/item.aspx?cat=4510247&fnum=3551&map=IT&app=154&GFSTYP=M&isoD=1>
13. http://sandvik.ecbook.se/SE/en/Rotating_Tools_2017/

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | МІ51.12.ДП.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Додаток А



| | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |

MI51.12.ДП.00.001 ПЗ

Арк.

Додаток Б

